

<http://www.geojournals.cn/georev/ch/index.aspx>

华南一个自然銅-含銅砂岩型銅矿成因問題探討

涂 登 峯

华南某地銅矿,是一个以自然銅为主的含銅砂岩型銅矿床。此类矿床,在我国是首次发现。除南美洲玻利維亞的科罗科罗 (Corocoro) 有类此类型外,世界其他各地尚极少見。由于該类矿床具有一定的工业意义,因此对其成因問題值得进行詳細的研究。現就其初步研究結果和同志們进行商榷。

区 域 地 質

該銅矿区的大地构造位置属南华准地台江南地軸某一新拗陷。区域内出露最广的地层为第三紀紅色岩层,全厚約 1,200 米,为內陆盆地沉积产物。其次为板溪羣輕變質岩系之板岩、石英砂岩、千枚岩、千枚状頁岩等,全厚在 3,500 米以上。震旦、寒武紀地层也有分布。震旦系总厚約 600—680 米,有南沱砂岩(厚約 80 米)、南沱冰磧层(厚 220—300 米)、陡山沱組的黑色頁岩、扁豆状灰岩(厚約 200 米)、灯影灰岩(一般为黑色燧石質灰岩,厚約 100 米)等組成。震旦系与其下伏之板溪羣和其上复之寒武系,均为不整合接触。寒武系总厚約 700 米。下寒武統为黑色頁岩及頁岩与灰岩互层(厚約 250 米)。黑色頁岩中銅、鎢等金屬含量一般較高。中寒武統为灰岩(厚約 150 米)。上寒武統为泥質灰岩(竹叶状灰岩等)和鈣質頁岩等(厚約 300 米)。早二迭世与三迭、侏罗紀的地层仅有零星分布。下二迭統全厚約 300 米,由黔阳煤組(砂質頁岩及黑色頁岩夹煤层)、辰溪煤組(燧石灰岩夹頁岩及煤层)和含燧石結核、白色厚层状之茅口灰岩等組成。三迭、侏罗系由早三迭世的大冶灰岩和晚三迭世一早侏罗世的小江口煤組組成。下二迭統与下伏地层及上复小江口煤組均为不整合接触。区域之东南部有粗粒的黑云母花崗岩分布,与其有关之矿产有鈷、錫、銅、鉛、鋅等,其他地区仅具一些零星的、小的基性侵入体,如輝綠岩、輝长岩等。

矿 区 地 質

矿区地层简单,全为第三紀紅层(少数現代冲积层除外),現自下而上分述于下:

1) 下部粗碎屑岩——分布普遍而稳定,厚約 90 米,主要由砾岩及石英粗砂岩組成。砾岩为灰色、紫灰色。砾石成分以石英、石英岩为主,其次是紫紅色粉砂岩、板岩、千枚岩、灰岩、花崗岩等,砂砾屑为鈣質及少量鉄質所胶結,砾径一般为 1—2 厘米。石英粗砂岩为紫紅色。矿物成分主要是石英,其次是燧石等,为泥质、鈣質所胶結,分选性差,常含砾石。

2) 中部含矿紅层——厚約 800 米,为矿区主要含矿层位,由紫紅色泥質粉砂岩和夹于其中的綠灰、灰白、灰黃等浅色砂岩所組成。浅色层有粉砂岩、細砂岩、中-粗砂岩,也有砾岩,砂砾屑成分基本与上面所談到的相同,层位一般均較稳定,单层厚由 0.5—2 米不等。浅色层中偶而見到薄层石膏。

3) 上部紫紅色鈣質、泥质粉砂岩——厚 200—300 米,单层一般为 0.3—0.5 米,层理清晰,有时見到薄层或沿节理生成之石膏。靠頂部有层砾岩,难风化,常形成高地形。

紅层中的龟裂、交错层、波痕等是普遍发育的常見現象,說明当时沉积环境是动荡的。

矿区构造亦較简单。除北部有少数平缓的傾伏背斜外,基本为一向北西傾斜的单斜构造,傾角一般为 30—35°。矿区断裂不甚发育,仅北东走向南东傾斜的和北西走向产状陡的两組节理还比較常見,在这兩組节理发育的地方,常形成球状风化,在某种程度上也影响矿床的氧化深度。

矿床地質

1) 产状和結構 以自然銅为主的含銅砂岩銅矿,均賦存于綠灰或灰白色的浅色砂岩中(有时因自然銅的富集而帶微紅色,或因輝銅矿富集而呈深灰色),而主要富集在浅色的顆粒較細的砂岩和粉砂岩中。含銅砂岩經机械粒徑分析其結果如表 1 所示:

表 1 含銅砂岩机械粒徑分析結果

岩石名称	不同碎屑粒徑所占百分比(%)				
	1.0—0.5 (毫米)	0.5—0.25 (毫米)	0.25—0.1 (毫米)	0.1—0.01 (毫米)	<0.01 (毫米)
含自然銅砂岩	0.0485	8.28	28.67	55.00	6.75
含結核狀輝銅矿砂岩	0.0006	2.224	12.27	78.70	6.69
含黃鉄矿黃銅矿砂岩	0.01	11.74	30.04	50.09	5.13
含自然銅砂岩	5.67	18.89	29.27	40.04	4.85
含結核狀輝銅矿砂岩	0.013	8.61	18.15	63.70	7.93
含自然銅砂岩	0.328	14.89	33.47	40.03	4.34
含孔雀石砂岩	0.0007	3.061	4.92	83.4	6.83
含輝銅矿砂岩	0.063	13.97	37.42	41.7	6.15
含輝銅矿孔雀石砂岩	0.573	18.1	44.025	30.63	3.219

含銅砂岩的主要矿物成分(銅矿物除外)有石英(約占 50—60%)、方解石(占 10—15%)、长石(占 5%左右)、絹云母(占 10%左右,有时很少)等,其次有少量白云母、黑云母、綠泥石、燧石以及微量之电气石、磁鉄矿、鋤英石、褐鉄矿等,多呈半滾圓状,少数呈滾圓状或为帶稜角的长条状。胶結物主要为碳酸盐,其次为鉄質和泥質。該区在厚約 800 米的紅层中,浅色岩层不下百层。地表只見层位不見矿体露头,而深部經鉆探发现盲矿体以及矿体在深部尖灭而又重新出現的現象,是屡見不鮮的。矿体多为层状、似层状,少数呈扁豆体产出,厚度变化不大,含矿层及矿体均較稳定。

矿石矿物以自然銅为主,占矿石总量之 85%以上,其次为輝銅矿和孔雀石、赤銅矿,再次为藍銅矿、黃銅矿、黃鉄矿及硅孔雀石等¹⁾。

2) 矿床分带及矿石分带 該区由于断裂构造不发育,少数节理的裂隙深度又很小,同时含矿岩层又多为致密岩层,而上下围岩——紫紅色泥岩、粉砂岩,又系不透水层,且据分析結果,泥岩中銅的含量均低于克拉克值(即 < 0.01%),而該区的背景值为 0.05%,故該銅矿床的次生富集作用既不普遍,又不明显。矿床的氧化深度一般在 20—30 米之間,少数达 40 米,极个别达 80 米。該区矿床的分带,实际上只是氧化带和原生带的分带,如图 1 所示:

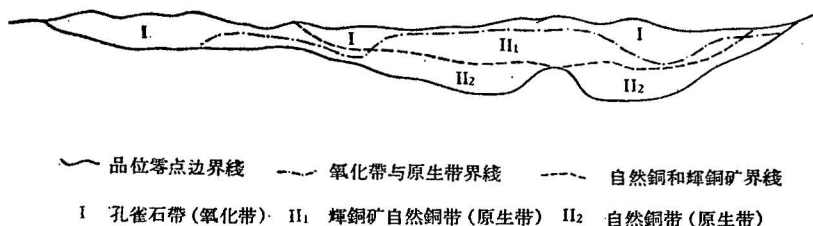


图 1 一矿区纵剖面矿石矿床分带示意图

1) 为节省篇幅起見,原稿中之矿物(自然銅、輝銅矿、孔雀石、赤銅矿、黃鉄矿)描述省略。——編者

矿石分带情况,亦正如图 1 所示,氧化带是孔雀石带,以孔雀石为主,其次是赤铜矿、蓝铜矿、辉铜矿以及少量尚未(或轻微)氧化的自然铜。原生带是自然铜带,以自然铜为主,其次为辉铜矿,而深部(自地表 80 米以下)几乎全部为自然铜,极少见到其他铜矿物。从总的情况来看,具工业意义的,并占主要地位的,仍然是矿床的原生带。

矿床成因的讨论

关于该区自然铜-含铜砂岩型铜矿床的成因问题,主要持有这样几种看法:

1. 认为是后生的热液矿床。根据是:有围岩蚀变的碳酸盐化、绿泥石化、絹云母化、高岭土化以及有方解石细脉等。但由于证据不多,理由不足,坚持这种看法的人极少。

2. 认为是“古风化”所形成。理由是:在一般文献和许多著作中,均认为自然铜是氧化带稳定的氧化矿物,而该区又是以自然铜为主的铜矿床,现在自然铜虽埋藏在深部,但可能古地貌利于当时的矿床风化,故形成现代之自然铜矿床。至于追溯到“古风化”以前是什么成因,则目前尚无人论及。

3. 认为是原生沉积矿床。但也有两种不同的理解,一是机械沉积,另一是化学沉积。

勘探所得到的实际资料和我们初步研究的结果表明:

1. 该矿区未见任何明显的热液蚀变现象。岩石中的絹云母系白云母的变种和次生变种;高岭土乃长石风化而成;绿泥石为原生沉积矿物;碳酸盐(主要是方解石)也是原生沉积的胶结物;至于方解石细脉,经观察,是次生作用形成的,同时,这也是沉积岩中的常见现象,不能以此作为热液活动的证据。根据以上情况可以认为,热液成因的说法,目前尚不能认为是有说服力的。

2. 如果说“古风化”作用形成自然铜矿床,那么在深部的自然铜矿体,应该留下古风化的痕迹,残留有其他氧化铜矿石(如孔雀石、赤铜矿等),或者是低价铁矿物变为高价铁矿物等风化痕迹。但经过近百个钻孔岩矿心的仔细观察(包括薄片和光片的鉴定),并未发现上述迹象。相反,自然铜在氧化带却很不稳定,以致氧化成赤铜矿和孔雀石等,这是一种常见的现象(如前面所提到的“风化同心环”等),因此对于“古风化”作用而形成的说法,是难以置信的。

3. 至于认为自然铜是机械沉积产物,这是很值得怀疑的。首先,自然铜与辉铜矿是共生的。若自然铜真是机械沉积的,那么很难解释星染状和结核状的辉铜矿的成因;其次,自然铜的粒径一般与石英等碎屑物的粒径大致是一样的,自然铜比重为 8.5—8.9,而碎屑物的比重多为 2.5—2.8,这种比重相差悬殊而彼此又无任何分选性,这是很难理解的;同时,自然铜多为不规则他形(浑圆度极差,而石英浑圆度较好),并以胶结物状包裹着石英等碎屑颗粒,这样的生成方式不是作为机械沉积产物的自然铜所固有的。值得特别指出的是,自然铜(其他铜矿物亦然)无例外地均赋存于浅色砂岩中。如果它是机械沉积物,那么这种严格岩性控制就很难理解。

4. 经勘探证明,20 多个含铜矿层,均严格地赋存于一定的层位,即绿灰或灰白色的浅色砂岩中。矿体多为层状、似层状,层位稳定(延长数十公里)。红层中的浅色含矿岩层不是因热液作用影响而引起的“褪色”现象的事实本身,也可说明该矿床是在氧化位势低的还原条件下(即由沉积红层的氧化环境改变为沉积浅色岩层的还原环境)的沉积产物。据此推断,当时可能有相当量的高价铁还原成低价铁而进行沉积的。根据苏联地质学者的研究, $Fe^{3+}:Fe^{2+} = 1.6—3.0$,砂岩颜色为砖红、棕色或紫色,若当 $Fe^{3+}:Fe^{2+} < 1.6$ 时,砂岩颜色则变为灰绿或灰色;因此从砂岩中三价铁与二价含量的比例或颜色的对比,对当时沉积环境的研究是有帮助的。

兹将该矿区不同岩石不同价铁的分析结果列入表 2。

从表 2 来看,含铜的灰绿色粉砂岩(或细砂岩),不仅 Fe^{3+} 与 Fe^{2+} 的比率较低(0.167—1.029),就是 Fe^{2+} 的绝对含量一般也要比 Fe^{3+} 高 1—6 倍不等,而棕红-紫红色泥岩(不含铜),则是相反的情况,由此可以推测:在沉积含铜砂岩时,其沉积环境是还原环境,而沉积红色岩层时,则一般是氧化环境。

另外,从与矿床较密切关系的含铜灰绿色粉砂岩中的由紫红色泥岩组成的砾石“还原垫”(见图 2),

表 2 該矿区不同岩石不同价鉄的分析結果

岩 石 名 称	Fe ³⁺ 含量 (%)	Fe ²⁺ 含量 (%)	Fe ³⁺ :Fe ²⁺ (比率)
含黃銅矿、黃鉄矿灰綠色粉砂岩	0.25	1.50	0.167
含自然銅灰綠色粉砂岩	0.53	1.77	0.299
含輝銅矿結核灰綠色粉砂岩	0.77	2.70	0.272
含輝銅矿結核灰綠色細砂質粉砂岩	1.87	2.93	0.639
含自然銅灰綠色粉砂岩	1.75	1.70	1.029
含銅灰白色細砂岩	0.50	1.00	0.50
棕紅色泥岩	3.91	0.99	3.95
紫紅色泥岩	2.70	1.64	1.646
紫紅色泥岩	2.32	1.44	1.611

亦可間接幫助我們了解当时的沉积环境,其砾一般小于 1 厘米,中心部分为紫紅色,而其边缘部分由于在沉积时受还原作用的影响,使 Fe³⁺ 还原为 Fe²⁺, 故形成綠色的“还原量”。

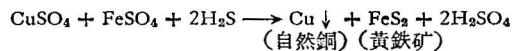
5. 自然銅与輝銅矿是較常見的共生伙伴,輝銅矿常呈結核状、层状,沿层理平行分布,有时沿走向連綿展布有数十米,甚至近百米长,这应为化学沉积的特征;同时南部矿区輝銅矿富集于含較多炭质、有机物或木质假象的浅色砂岩中的事实,也能說明是与炭质等吸附作用有关的还原条件下的化学沉积产物。

6. 自然銅多为他形,无分选性,且以胶結物状态存在,并主要賦存和富集于綠灰、灰白等浅色粉砂岩和細砂質粉砂岩中,其沉积时的湖水,应較沉积粗粒碎屑岩时为深,这是与氧化位势低,从而有利于还原沉积的条件是一致的。

基于以上事实,笔者认为,“热液”、“古风化”、“机械沉积”成因等說法的依据是不足的。从收集到的资料来看,該区銅矿的成因应为化学沉积的同生矿床。

自然銅的生成方式和过程,是一个很复杂的问题,但可能和下列事实是有关系的:

1. 自然銅与黃鉄矿共生。在 H₂S 相的还原条件下,銅的硫酸盐与 FeSO₄、H₂S 起作用,可能导致銅的还原,生成自然銅,同时也生成黃鉄矿:



这种反应的結果,可能要通过下面論及的反应过程而得到的(見 2)。

2. 自然銅与輝銅矿共生。鉴于三价鉄的还原,其所产生的余氧与 Cu₂S 在适宜的条件下进一步反应,使銅还原生成自然銅。

其可能性有:

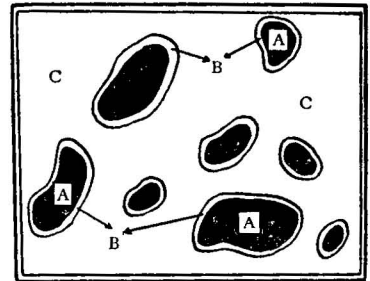
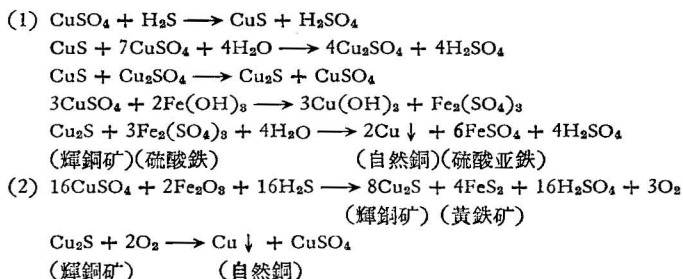


图 2 还原条件下生成的砾石“还原量”

- A 紫紅色粉砂岩砾心
B 綠色“还原量”
C 灰綠色粉砂岩

